T. Rwaed Heila
أ. روعيد الحيلة

الفصل الأول: الشحنة الكهربائية وقانون كولوم

السؤال الأول: أكمل الفراغ

١. الشحنات الكهربائية نوعان هما ..... موجبة ..... و ..... سالبة .....

٢. من خصائص الشحنة الكهربائية ..... مكماة ..... و ..... محفوظة ..... و لها نوعان موجب وسالب

٣. تشحن الأجسام بعدة طرق هي ..... الحث ..... و ..... اللمس ..... و ..... الدلك .....

السؤال الثاني: اختر الإجابة الصحيحة:

١. تلامس موصلان متماثلان أحدهما غير مشحون والآخر مشحون بشحنة موجبة مقدارها ٢٠ كولوم تتوزع الشحنة على الموصلان بالكولوم كما يلي:

أ. (٢٠) (٠) ب. (١٥) (٥) جـ. (١٢) (٨) د. (١٠) (١٠)

٢. الصيغة الرياضية الصحيحة لقانون كولوم هي:

أ. $ق = ا \times \frac{ش_١ \times ش_٢}{ف^٢}$ ب. $ق = ا \times \frac{ش_١}{ف^٢}$

جـ. $ق = \frac{ش_١ \times ش_٢}{ف^٢}$ د. $ق = ا \times \frac{ش_١ \times ش_٢}{ف}$

٣. **تتناسب القوة الكهربية بين شحنتين كهربائيتين تناسباً:**

أ. طرديا مع حاصل ضرب مقداري الشحنتين. ب. عكسياً مع مربع المسافة بين الشحنتين.

ج. طردياً مع حاصل ضرب مقداري الشحنتين ومربع المسافة بينهما.

د. طردياً مع حاصل ضرب مقدار الشحنتين وعكسياً مع مربع المسافة بينهما.

٤. **طريقة شحن يتم فيها شحن موصل بملامسته لموصل آخر مشحون:**

أ. الشحن بالتوصيل ب. الشحن بالتأثير ج. الشحن بالدلك د. ليس مما ذكر.

٥. **وحدة قياس ثابت كولوم أ :**

أ. نيوتن. م^٢/كولوم^٢ ب. نيوتن. كولوم/م^٢ ج. نيوتن/كولوم. م^٢ د. نيوتن.كولوم^٢/م.

٦. **أي من قيم الشحنات الآتية لا يمكن أن يحملها جسيم مشحون؟**

أ. ٥ $ش_e$ ب. ٣,٢×١٠$^{-١٩}$ كولوم ج. ٣,٢×١٠$^{-١٨}$ كولوم د. $-٠,٤ ش_e$

٧. **القوة المتبادلة بين شحنتين متساويتين، مقدار كل منهما كولوم واحد، والمسافة بين مركزيهما ١٠٠ سم تساوي:**

أ. ٩×١٠$^{-٩}$ نيوتن. ب. ٩×١٠^{٥} نيوتن. ج. ٩×١٠^{٩} نيوتن. د. ٩×١٠^{٧} نيوتن.

٨. **عند دلك بالون بقطعة حرير تتولد شحنتين على البالون والحرير شحنتين على الترتيب:**

أ. موجبة ،موجبة ب. موجبة ، سالبة ج. سالبة ، سالبة د. سالبة ، موجبة

٩. **الشحنة الكهربائية التي لا يمكن أن توجد على موصل معزول بوحدة كولوم هي:**

أ. ٣,٢ × ١٠$^{-١٩}$ ب. ٤,٦ × ١٠$^{-١٩}$ ج. ٦,٤ × ١٠$^{-١٩}$ د. ٨ × ١٠$^{-١٩}$

١٠. **إذا تضاعفت المسافة بين شحنتين فإن القوة المتبادلة بينهما:**

أ. تقل إلى الربع ب - تقل إلى النصف ج - تزيد إلى الضعف د - تزيد إلى أربعة أمثال

السؤال الرابع: علل ما يأتي لأنه عدد الشحنات الموجبة = عدد الشحنات السالبة
(p) (e)

١. تعتبر الذرة متعادلة الشحنة بالرغم من احتوائها على شحنات سالبة وأخرى موجبة.

٢. يلتصق البالون بالحائط عند دلكه بالصوف ثم تقريبه من الحائط.

السؤال الخامس: عرّف المصطلحات التالية البالون يكتسب شحنات سالبة وعند تقريبه من الحائط يحاث المنطقة المقابلة له شحنه موجبة وتنشأ تجاذب بينه البالون والحائط

١. مبدأ حفظ الشحنة:

٢. الشحنة:

٣. تكميم الشحنة:

٤. الشحنة الكلية للجسم:

٥. الشحنة النقطية:

٦. الكولوم:

T. Rwed Heila
أ. روعيد الحيلة

يد الإنسان
شعر الإنسان
صوف
ورق
مطاط صلب
تفلون

السؤال السادس: أسئلة منوعة

١. اذكر أمثلة توضح قانون حفظ الشحنة الكهربائية.

٢. عندما تدلك بالونًا بشعرك أيهما يصبح موجب الشحنة شعرك أم البالون، لماذا؟

٣. إذا دلكت قطعة الصوف بقطعة من المطاط الصلب أيهما سوف يشحن بشحنة موجبة؟

٤. ما هما المادتان اللتان تولدان أكبر كمية ممكنة من الشحنات عند دلكهما معا؟

٥. يمسك طالب قضيبًا من البلاستيك ويدلكه بالصوف ثم يقربه من قرص كشاف كهربائي فتنفرج ورقتاه، وعندما يكرر التجربة نفسها باستخدام قضيب من النحاس يلاحظ عدم انفراج ورقتي الكشاف. استنتج الطالب أن: (المواد العازلة تشحن بالدلك ، أما المواد الموصلة فلا تشحن بالدلك) ما رأيك في هذه النتيجة ؟ فسر إجابتك.

٦. وضح بالرسم كيفية توزيع الشحنة على موصل متعادل عند تقريب جسم مشحون من جسم موصل متعادل الشحنة.

٧. وضح بالرسم تركيب الكشاف الكهربائي ثم عدد استخداماته.

٨. اشرح موضحاً بالرسم كيف يمكن شحن كشاف كهربائي بطريقة الحث؟

٩. ماذا يحدث عند تلامس موصل مشحون بشحنة موجبة مع موصل متعادل الشحنة؟

١٠. ارسم شكلا تخطيطياً لمولد فاندي غراف، واكتب الأجزاء عليه.

١١. ما هي استخدامات مولد فاندي غراف؟

١٢. اذكر العوامل التي تعتمد عليها القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين كهربائيتين نقطتين، ثم اكتب العلاقة الرياضية التي تربط هذه العوامل.

١٣. اكتب الصيغة الرياضية لقانون كولوم، ثم حدد وحدات قياس ثابت التناسب باستخدامها

السؤال السابع: أسئلة حسابية

١. جسم يحمل شحنة موجبة مقدارها ٢ كولوم، ما عدد الإلكترونات التي يمكن أن يكتسبها ليصبح متعادل الشحنة، علمًا بأن شحنة الإلكترون تساوي $١,٦ \times ١٠^{-١٩}$ كولوم.

٢. وضعت شحنة قدرها $+٢٥ \times ١٠^{-٦}$ كولوم على مسافة ٥ سم من شحنة قدرها -٧٥×١٠^{-٩} كولوم ، احسب القوة الكهربائية المتبادلة بينهما علما بأن ثابت التناسب يساوي ٩×١٠^{٩} نيوتن.م^{٢}/كولوم^{٢}

① T. Ruwed Heila
أ. رويد الحيلة

السؤال الخامس / عرف المصطلحات التالية :-

1- مبدأ حفظ الشحنة : في النظام المعزول الشحنة لا تأتي من العدم ولا تذهب إلى العدم وإنما تنتقل من جسم إلى آخر في النظام

2- الشحنة : مقدار ما تكتسبه أو تفقده الذرة من الكترونات يرمز لها q وتقاس بوحدة كولوم

3- تكميم الشحنة : تتواجد الشحنات في الأجسام المادية المختلفة بكميات متساوية لمضاعفات شحنة الالكترون

4- الشحنة الكلية للجسم : محصلة الشحنة في نظام معزول أو كمية الشحنة الموجبة والسالبة لجزيء بينهما ، يكون مقدار ثابت خلال عملية الشحن

5- الشحنة النقطية : الشحنة المحمولة على جسم يمكن اهمال أبعاده اذا قورنت بالمسافة بينها وبين الشحنات المحمولة على جسيمات أخرى

6- الكولوم : مقدار الشحنة النقطية التي تؤثر بقوة كهربية مقدار 9×10^9 نيوتن على شحنة نقطية مماثلة وتبعد عنها مسافة 1م في الفراغ

السؤال السادس / أسئلة متنوعة

1) دلك الصوف مع طوق ، دلك البالون مع الصوف ، دلك قضيب زجاج بقطعة الجوخ

2) الشعر موجب والبالون سالب لأن الشعر يميل لفقد الالكترونات أكثر من البالون

3) الصوف يشحن بشحنة موجبة

4) يد الإنسان والتفلون

5) النتيجة ظاهرية ، لأن المواد العازلة غير موصلة لذلك تبقى الشحنة على الطرف المدلوك بينما المواد الموصلة تشحن بذلك لأنها تفرغ الشحنات بالتوصيل إلى يد الطالب ويمكن التوصل إلى النتيجة السليمة اذا استخدم قضيب عازل لقضيب النحاس

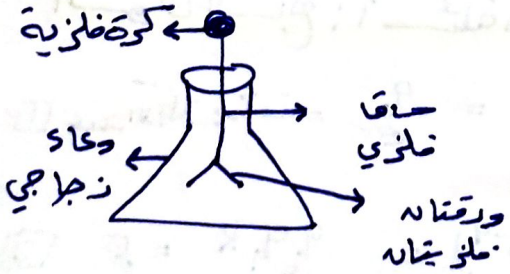
6)

7) الاستخدامات /

أ- الكشف عن وجود شحنات كهربائية على الأجسام

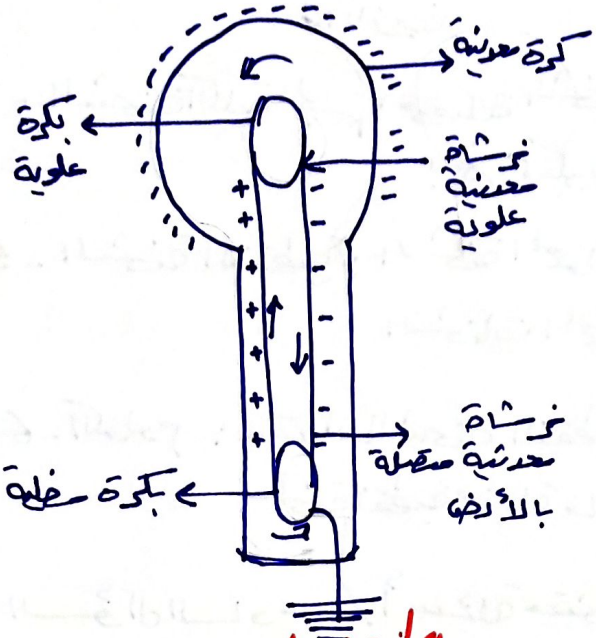
ب- الكشف عن نوع شحنة الجسم المشحون

جـ- المقارنة بين مقداري شحنتين على جسمين مختلفين



8 تقريب قضيب الزجاج عند قرص الكشاف الكهربائي يشحنه بقرص الكشاف (الطرف القريب) بشحنة سالبة مصدية (مخالفة لشحنة قضيب الزجاج) بينما تشحن ورقتا الكشاف بشحنة موجبة حرة وعند لمس قرص الكشاف باليد، بوجود قضيب الزجاج تنتقل الشحنة السالبة عند الأرض إلى الكشاف فيصبح الكشاف مشحون بشحنة سالبة حتى بعد إبعاد قضيب الزجاج

9 تنتقل الشحنات السالبة عند الموصل المتعادل الشحنة إلى الموصل المشحون بشحنة موجبة حتى يتساوى جهدكل من الموصلين



10

11 استخدامات مولد فان داي غراف /
إنتاج كميات كبيرة من الشحنات الكهربائية الضرورية لاجراء الدراسات والأبحاث في مجال الفيزياء الجسيمات الدقيقة ودراسة مكونات النواة

12 العوامل التي تعتمد عليها حاصل ضرب الشحنتين ومربع المسافة بين الشحنتين

$F \propto (q_1 \times q_2)$

$F \propto \frac{1}{r^2}$

العلاقة الرياضية ← $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ = $F \propto \frac{q_1 q_2}{r^2}$

13 $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$

وحدة قياس ثابت التناسب k = نيوتن . م^2 / كولوم^2

$N \cdot m^2 / C^2$ =

T. Rwed Heila
أ. رويد الحيلة

السؤال السابع : أمثلة حسابية :

1 عدد الالكترونات = $\frac{q}{e} = \frac{2}{1,6 \times 10^{-19}} = 1,25 \times 10^{19}$ الكترون

2 $F = \frac{q_2 q_1 k}{r^2} = \frac{(25 \times 10^{-6})(75 \times 10^{-9})}{(5 \times 10^{-2})^2} \times 9 \times 10^9 = 6,75 N$

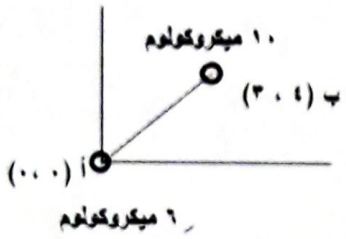
٣. كرتان صغيرتان تحملان شحنتين مقدارهما ٢×١٠^{-٧} ، $٤,٥ \times ١٠^{-٧}$ كولوم ، تؤثر إحداهما على الأخرى بقوة مقدارها ٠,١ نيوتن احسب البعد بينهما.

٤. شحنتان نقطيتان ، الأولى + ٢ µكولوم والثانية -٦ µكولوم ، والمسافة بينهما ٢متر، فإذا وضعت شحنة ثالثة مقدارها + ٤ µكولوم في منتصف المسافة بينهما ، علما بأن ثابت التناسب يساوي ٩×١٠^{٩} نيوتن.م^{٢}/كولوم^{٢} احسب:

أ- القوة المؤثرة في الشحنة الأولى.

ب- مقدار القوة المؤثرة في الشحنة الثالثة.

٥. في الشكل الموضح على الرسم توجد شحنة سالبة عند النقطة (أ) مقدارها ٦ µوكولوم وعند النقطة ب شحنة أخرى موجبة مقدارها ١٠ µكولوم احسب مقدار القوة المتبادلة بين الشحنتين.



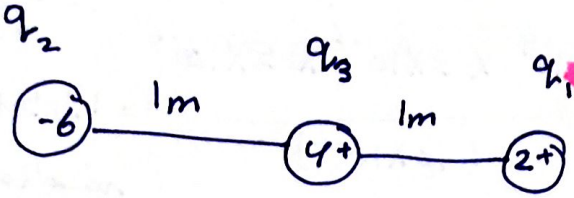
٦. شحنتان موجبتان مقدار كل منهما ٣ µ كولوم على بعد ٤٠ سم من بعضهما جد مقدار القوة الكهربائية التي يؤثران بها على شحنة ثالثة مقدارها ٥ µكولوم وضعت على بعد ١٠سم من إحدى الشحنتين على امتداد الخط الواصل بينهما؟

T. Rwed Heila

T. Rwed Heila
أ. رويد الحيلة

$$\frac{k q_2 q_1}{r^2} = F \rightarrow \sqrt{\frac{k q_2 q_1}{F}} = r$$

$$0{,}09\,m = \sqrt{\frac{(9\times10^9)(2\times10^{-7})(4{,}5\times10^{-7})}{0{,}1}} = r$$



[4] أ- تتأثر الشحنة الأولى بقوتين هما جذب من q_2 وتنافر من q_3

$$F_{12} = \frac{k q_1 q_2}{r^2} = \frac{9\times10^9 \times 2\times10^{-6} \times 6\times10^{-8}}{2^2}$$

$$F_{12} = 0{,}027\,N \quad \text{نحو اليسار}$$

$$F_{13} = \frac{9\times10^9 \times 2\times10^{-6} \times 4\times10^{-6}}{1^2} = 0{,}072\,N$$

نحو اليمين

$$\text{المحصلة} = F_{net} = -0{,}027 + 0{,}072 = 0{,}045\,N$$

نحو اليمين

ب- تتأثر الشحنة الثالثة بقوتين هما جذب من q_2 وتنافر من q_1

$$F_{32} = \frac{9\times10^9 \times 4\times10^{-6} \times 6\times10^{-6}}{1^2} = 0{,}216\,N \quad \text{نحو اليسار}$$

$$F_{31} = -F_{13} = 0{,}072\,N \quad \text{نحو اليسار}$$

$$F_{net} = 0{,}072 + 0{,}216 = 0{,}288\,N \quad \text{نحو اليسار}$$

[5] البعد بين النقطتين

$$r = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

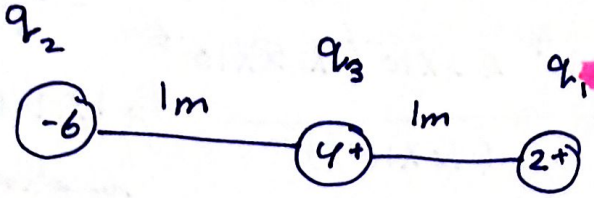
$$r = \sqrt{(4-0)^2 + (3-0)^2} = 5\,cm$$

$$F = \frac{10\times10^{-6} \times 6\times10^{-6} \times 9\times10^9}{0{,}05^2} = 216\,N$$

T. Rwed Heila
أ. رويد الحيلة

$$\frac{k q_2 q_1}{r^2} = F \rightarrow \sqrt{\frac{k q_2 q_1}{F}} = r$$

$$0{,}09\,m = \sqrt{\frac{(9\times10^{9})\,(2\times10^{-7})\,(4{,}5\times10^{-7})}{0{,}1}} = r$$



[4] أ- تتأثر الشحنة الأولى بقوتين هما جذب من q_2 وتنافر من q_3

$$F_{12} = \frac{k q_1 q_2}{r^2} = \frac{9\times10^{9}\times2\times10^{-6}\times6\times10^{-8}}{2^2}$$

$F_{12} = 0{,}027\,N$ نحو اليسار

$$F_{13} = \frac{9\times10^{9}\times2\times10^{-6}\times4\times10^{-6}}{1^2} = 0{,}072\,N$$ نحو اليمين

المحصلة $= F_{net} = -0{,}027 + 0{,}072 = 0{,}045\,N$ نحو اليمين

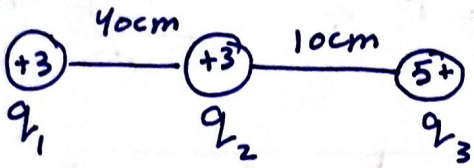
ب- تتأثر الشحنة الثالثة بقوتين هما جذب من q_2 وتنافر من q_1

$$F_{32} = \frac{9\times10^{9}\times4\times10^{-6}\times6\times10^{-6}}{1^2} = 0{,}216\,N$$ نحو اليسار

$F_{31} = -F_{13} = 0{,}072\,N$ نحو اليسار

$F_{net} = 0{,}072 + 0{,}216 = 0{,}288\,N$ نحو اليسار

6 تتأثر الشحنة الثالثة بقوتين
تتناقص q_1 وتتناقص q_2



T. Rwed Heila
أ. رويد الحيلة

$$F_{31} = \frac{9\times10^{9}\times5\times10^{-6}\times3\times10^{-6}}{(50\times10^{-2})^{2}} = 0,54\,N$$
نحو اليمين

$$F_{32} = \frac{9\times10^{9}\times3\times10^{-6}\times5\times10^{-6}}{(10\times10^{-2})^{2}} = 13,5\,N$$
نحو اليمين

$$F_{net} = F_{31} + F_{32} = 0,54 + 13,5 = 14,04\,N$$
نحو اليمين

T. Rwaa Heila
أ. رعد الحيلة

الفصل الثاني : المجال الكهربائي

السؤال الأول: أكمل الفراغ

١. تستخدم شحنة اختبار ..موجبة..... و ..صغيرة..... لتحديد اتجاه المجال الكهربائي.

٢. تقاس شدة المجال الكهربائي بوحدة ..نيوتن/كولوم..

٣. تقع نقطة التعادل بين شحنتين ..متماثلتين..... بينما تقع نقطة التعادل على امتداد الخط الواصل بين شحنتين ..مختلفتين..

٤. خطوط المجال الكهربائي تتجه دائماً نحو الشحنة ..السالبة..... وتبتعد عن الشحنة. الموجبة.....

٥. تُعبر عدد خطوط المجال الكهربائي التي تقطع وحدة المساحات العمودية عليها عن ..شدة المجال الكهربائي

٦. يحدد ..المماس..... اتجاه المجال الكهربائي عند نقطة ما.

٧. تتناسب القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة نقطية تناسباً ..طرديا..... مع شدة المجال الكهربائية الموجودة فيه.

٨. محصلة القوى على صفيحة رقيقة لانهائية موجبة الشحنة تكون ..عموديا.... على مستوى الصفيحة وتتجه ..بعيداً عنه..... الصفيحة.

٩. يكون التدفق الكهربائي أكبر ما يمكن عندما تكون خطوط المجال ..موازية..... مستوى الملف.

١٠. ينعدم التدفق الكهربائي إذا كان مستوى الملف ..عموديا..... خطوط المجال الكهربائي.

١١. يقاس التدفق الكهربائي بوحدة ..نيوتن.م^2/كولوم.....

١٢. الصيغة الرياضية لقانون غاوس هي ..$\Phi = E.A$.... ، $\Phi = EA\cos\theta$

السؤال الثاني: ضع علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (×) أمام العبارة الخطأ:

١. (✓) تزداد شدة المجال الكهربائي كلما كانت خطوطه متقاربة.

٢. (✗) تتجه خطوط المجال الكهربائي المنتظم من الصفيحة السالبة إلى الصفيحة الموجبة. عند الموجبة إلى السالبة

٣. (✓) خطوط المجال الكهربائي المنتظم متوازية والبعد بين كل خطين متتاليين منها متساو.

٤. (✗) من العوامل المؤثرة في المجال الكهربائي المنتظم بعد النقطة عن الصفيحة. البعد متساوٍ فلا يؤثر

٥. (✗) المجال الكهربائي داخل جميع الموصلات = صفر سواء كانت مصمتة أو مفرغة.

٦. (✓) قيمة المجال الكهربائي لصفيحة رقيقة ذات وجه يساوي نصف قيمة المجال لصفيحة ذات وجهين.

٧. (✓) لا يتأثر التدفق الكهربائي عبر سطح ما بشكل السطح.

٨. (✓) يتناسب التدفق الكهربائي تناسباً عكسياً مع نفاذية الوسط.

السؤال الثالث: اختر الإجابة الصحيحة:

١. إذا ضاعفنا المسافة بين الشحنة وشحنة الاختبار فإن شدة المجال الكهربائي:

أ. تزداد إلى أربعة أمثال ب. تزداد إلى الضعف جـ. تقل إلى النصف (د) تقل إلى الربع.

٢. إذا ضاعفنا مقدار الشحنة فإن شدة المجال الكهربائي:

أ. تزداد إلى أربعة أمثال (ب) تزداد إلى الضعف جـ. تفل إلى النصف. د. تقل إلى الربع

٣. يقاس التدفق الكهربي بوحدة:

أ) نيوتن. م^2 / كولوم^2. ب) نيوتن.م / كولوم^2 (ج) نيوتن.م^2/ كولوم. د) نيوتن.م/ كولوم

T. Rwed Heila
أ. رويد الحيلة

٤. كلما اقتربنا من الشحنة السالبة فإن قيمة شدة المجال الكهربائي:

أ) تقل. ب) تبقى ثابتة. ج) تزداد. د) تتلاشى تدريجيًا.

السؤال الرابع: ما المقصود بالمصطلحات التالية

١. المجال الكهربائي. المنطقة المحيطة بالشحنة الكهربائية ويظهر فيها تأثير القوة الكهربائية

٢. شدة المجال الكهربائي. القوة التي يؤثر بها المجال على شحنة اختبار موضوعة عند تلك النقطة

٣. التدفق الكهربائي. حاصل الضرب النقطي لشدة المجال الكهربائي ومساحة السطح المتجهة عموديا على السطح

٤. قانون غاوس. المتدفق الكهربائي عبر سطح مغلق = مقدار الشحنة الكلية داخل السطح مقسوم على نفاذية الفراغ

٥. كثافة الشحنة الطولية = ٢ × ١٠$^{-٦}$ كولوم/م. ← مقدار الشحنة الموزعة على ١م = 2×10^{-6} كولوم

٦. كثافة الشحنة السطحية. ← الشحنة الموزعة على وحدة المساحة ورمزها σ وحدتها كولوم/م^{٢}

٧. كثافة خطوط المجال: عدد خطوط المجال التي تقطع وحدة المساحة العمودية عليها

٨. نقطة التعادل: ← النقطة التي ينعدم فيها المجال (محصلة المجال عند تلك النقطة = صفر)

٩. شدة المجال الكهربائي عند نقطة = ٣ × ١٠^{٦} نيوتن/كولوم: ← القوة التي يؤثر بها المجال الكهربائي لهذه الشحنة النقطية على شحنة اختبار صغيرة موجبة موضوعة عند تلك النقطة

١٠. سطح غاوس: ← سطح وهمي مغلق يحيط بشحنة موجبة داخله على درجة كبيرة من التماثل وتكون قيمة المجال ثابتة على السطح أما خارجه $E = 3 \times 10^{6}$ نيوتن

السؤال الخامس: علل ما يلي

١. تستخدم شحنة اختبار موجبة صغيرة المقدار لتحديد المجال الكهربائي لشحنة عند نقطة.

٢. خطوط المجال الكهربائي لا تتقاطع.

٣. شدة المجال الكهربائي المنتظم لها نفس المقدار والاتجاه.

٤. شدة المجال الكهربائي المنتظم لا تعتمد على بعد النقطة عن الصفيحة.

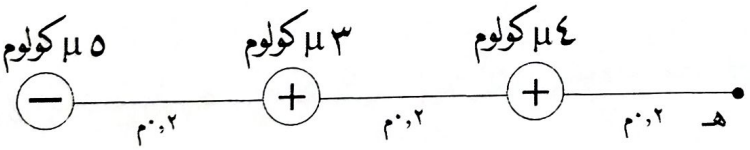
٥. التدفق الكهربائي عبر قاعدتي سطح غاوس لسلك فلزي مستقيم يساوي صفر.

٦. شدة المجال الكهربائي عند جميع النقاط الواقعة على السطح الكروي ثابتة.

السؤال السادس: أسئلة حسابية

١. احسب شدة المجال الكهربائي الناشئ عن شحنة كهربائية موجبة مقدارها ٦ μ كولوم عند نقطة تبعد عنها مسافة ٣ سم وعند نقطة أخرى تبعد مسافة ٦ سم ، ماذا تستنتج؟

٢. وضعت ثلاث شحنات نقطية على استقامة واحدة مقدار كل منها على التوالي (٤، ٣، -٥) μ كولوم كما يوضح الشكل المجاور . احسب شدة المجال الكهربائي عند النقطة هـ .



٣. احسب مقدار شدة المجال الكهربائي عند أحد رؤوس مربع طول ضلعه $2\sqrt{2}$ م عند وضع ثلاث شحنات نقطية متماثلة قيمة كل منها ١٠٠ نانو كولوم على الرؤوس الثلاثة الأخرى.

٤. شحنتان كهربائيتان سالبتان مقدارهما ٣ μ كولوم و٦ μ كولوم والبعد بينهما ٠,٩م حدد بعد نقطة التعادل عن الشحنة الصغرى .

T. Rwaed Herla
م. رعيد الحيلة

السؤال الرابع / ما المقصود بالمصطلحات التالية :-

1- المجال الكهربائي : المنطقة المحيطة بالشحنة الكهربائية ويظهر فيها تأثير القوة الكهربائية

2- شدة المجال الكهربائي : القوة التي يؤثر بها المجال على شحنة اختبار موضوعة عند تلك النقطة

3- التدفق الكهربائي : حاصل الضرب النقطي لشدة المجال الكهربائي ومساحة السطح المتجهة عمودياً على السطح

4- قانون غاوس : التدفق الكهربائي عبر سطح مغلق = مقدار الشحنة الكلية داخل السطح مقسوم على نفاذية الفراغ

5- كثافة الشحنة الطولية = 2×10^{-6} كولوم/م : مقدار الشحنة الموزعة على ام = 2×10^{-6} كولوم

6- كثافة الشحنة السطحية : الشحنة الموزعة على وحدة المساحة ورمزها σ ووحدتها كولوم/م^2

7- كثافة خطوط المجال : عدد خطوط المجال التي تقطع وحدة المساحة العمودية عليها

8- نقطة التعادل : النقطة التي ينعدم فيها المجال (محصلة المجال عند تلك النقطة = صفر)

9- شدة المجال الكهربائي عند نقطة = 3×10^{6} نيوتن/كولوم : القوة التي يؤثر بها المجال الكهربائي لهذه الشحنة النقطية على شحنة اختبار صغيرة موجبة موضوعة عند تلك النقطة = 3×10^{6} نيوتن

10- سطح غاوس : سطح وهمي مغلق يحيط بشحنة موجبة داخله على درجة كبيرة من التماثل وتكون قيمة المجال ثابتة على السطح أو أجزاؤه.

السؤال الخامس : علل ما يأتي

1- موجبة لأن مجال الشحنة الموجبة يخرج منها فهو معروف الأصل والاتجاه، صغيرة حتى لا تؤثر أبعادها على الأبعاد حولها

2- لأنه لكل نقطة مماس واحد باتجاه واحد ولا يجوز أن يكون لها مماسان في نفس اللحظة باتجاهين حيث أن خطوط المجال اتجاهها بشكل المماس.

3- لأن الشحنة موزعة بانتظام على الصفيحة والخطوط متوازية

4- لأن المجال يعتمد على فرق الجهد والقوة وخطوط متوازية قيمة المجال ثابتة عند أي نقطة

5 - لأن خطوط المجال الكهربائي تكون موازية لمستوى السطح وبالتالي يكون المتجه A عمودياً على خطوط المجال $\theta = 90$ ، $\cos 90 = 0$ ، $\phi = 0$

6 - لأن الشحنة موزعة بانتظام على السطح الكروي وحيث أن المسافة ثابتة بسبب مركز الموصل والسطح = فقد تكون شدة المجال ثابتة

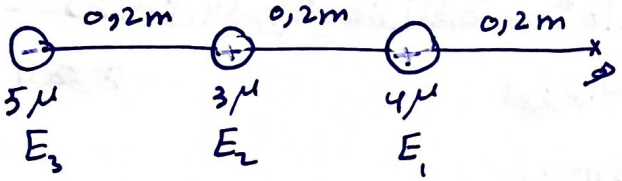
T. Rwad Heila
أ. رواد الحيلة

السؤال السادس: أسئلة حسابية:

$$E_1 = K\frac{q}{r^2} = 9\times10^9 \frac{6\times10^{-6}}{(0,03)^2} = 6\times10^7 \ N/C$$ F1

$$E_2 = 9\times10^9 \frac{6\times10^{-6}}{0,06^2} = 1,5\times10^7 \ N/C$$

شدة المجال عند تضاعف البعد تقل إلى الربع $E \propto \frac{1}{r^2}$

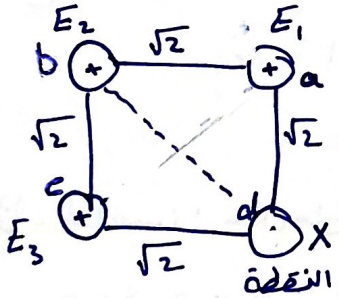


$$E_{net} = E_1 + E_2 - E_3$$ F2

$$= 9\times10^9 \times \frac{4\times10^{-6}}{0,2^2} + \frac{3\times10^{-6}}{0,4^2} - \frac{5\times10^{-6}}{0,6^2}$$

$$= 9,4375\times10^5 \ N/C$$

نحو اليمين



$$E_1 = E_3 = 9\times10^9 \times \frac{100\times10^{-9}}{(\sqrt{2})^2} = 450 \ N/C$$ F3

$$E_{1+3} = \sqrt{450^2 + 450^2} = 636,4 \ N/C$$

محصلة b إلى d بزاوية 45°

المسافة بين النقطة X و E_2 حسب فيثاغورس (طول قطر المربع)

$$r = \sqrt{\sqrt{2}^2 + \sqrt{2}^2} = 2$$

$$E_2 = 9\times10^9 \frac{\times100\times10^{-9}}{2^2} = 225 \ N/C$$ محصلة d إلى b بزاوية 45°

$$E_{net} = E_{1+3} + E_2 = 225 + 636,4 = 861,4 \ N/C$$

في اتجاه db بزاوية 45°

٥. شحنتان كهربائيتان موجبتان ومتساويتان في المقدار، وكل منهما تساوي ٨ μ كولوم والبعد بينهما ٤٠ سم، احسب ما يلي:

T. Rwad Heila
أ. رعد الحيلة

أ) محصلة شدة المجال الكهربائي عند منتصف المسافة بينهما.

ب) شدة المجال الكهربائي عند نقطة تبعد مسافة ٠,٢ م على امتداد الخط الواصل بين الشحنتين، ثم قارن بين النتيجتين.

٦. احسب شدة المجال الكهربائي الذي يؤثر على شحنة مقدارها ٣٣ نانو كولوم بقوة مقدارها $١٠^{-٥}$ نيوتن.

٧. دخل جسيم مشحون بشحنة سالبة مجالًا كهربائيًا منتظمًا قيمته ٤ نيوتن / كولوم باتجاه الأسفل فإذا كانت شحنة الجسيم ٥×١٠^{-٩} كولوم، وكتلته ٢×١٠^{-٢٧} كغم. احسب:

١- القوة الكهربائية المؤثرة على الجسيم مقدارًا واتجاهًا. ٢- تسارع الجسيم.

٨. جسيم كتلته ٠,١ غم يحمل شحنة سالبة مقدارها ٢٠ μ كولوم يتحرك من السكون تحت تأثير مجال منتظمًا ليصل إلى اللوح الآخر بسرعة ٢٠ م/ث فإذا كانت المسافة بين اللوحين ١٠سم احسب:

١- القوة المؤثرة في الجسيم المشحون.

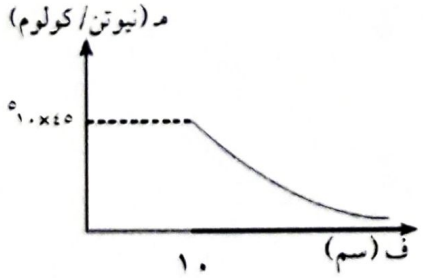
٢- شدة المجال الكهربائي المنتظم.

٣- الشغل الذي بذله المجال على الجسيم.

٩. سلك فلزي لانهائي الطول كثافة الشحنة الطولية له تساوي ٥٠×١٠^{-٦} كولوم/م ، احسب شدة المجال الكهربائي عند نقطة تبعد عن السلك ٥سم علما بأن ثابت النفاذية الكهربائية $٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢}$ كولوم^{٢}/نيوتن.م^{٢}.

١٠. إذا كان نصف قطر موصل كروي ١٠٠سم ، احسب التدفق الكهربائي عبر سطح الموصل إذا كانت الشحنة عند مركزه تساوي ١٥ كولوم ، علمًا بأن ثابت التناسب يساوي ٩×١٠^{٩} نيوتن.م^{٢}/كولوم^{٢}، وأن نفاذية الهواء الكهربائية تساوي $٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢}$ كولوم^{٢}/نيوتن.م^{٢} .

١١. إذا مثلت العلاقة بين المجال الكهربائي لموصل كروي مشحون والبعد عن مركزه بيانياً كما في الشكل المجاور معتمداً على بيانات الشكل جد ما يلي:

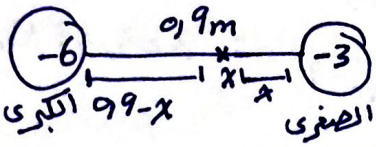


١. المجال الكهربائي على بعد ٣ سم من مركز الموصل.

٢. مقدار شدة المجال الكهربائي على سطح الموصل.

٣. الشحنة التي يحملها الموصل.

٤. كثافة الشحنة السطحية للموصل.



$E_{\text{الصغرى}} = E_{\text{الكبرى}}$

9) نفرض أن x بعد نقطة التعادل عن الشحنة الصغرى x

وتبعد عن الكبرى $0,9 - x$

T. Ruaa Heila
أ. رعد الحيلة

$$\frac{9\times10^{9}\cdot 3\times10^{-6}}{x^2} = \frac{9\times10^{9}\cdot 6\times10^{-6}}{(0,9-x)^2} \rightarrow \frac{3\times10^{-6}}{x^2} = \frac{6\times10^{-6}}{(0,9-x)^2}$$

$$\frac{x^2}{(0,9-x)^2} = \frac{3\times10^{-6}}{6\times10^{-6}} \rightarrow \sqrt{\frac{x^2}{(0,9-x)^2}} = \sqrt{\frac{3}{6}}$$

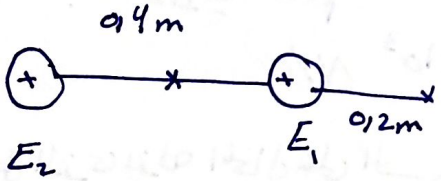
$$\frac{x}{0,9-x} = \sqrt{\frac{1}{2}} \rightarrow \sqrt{2}\,x = 0,9-x$$

$$0,9 = \sqrt{2}\,x + x = 0,9 = 2,4\,x$$

$$x = \frac{0,9}{2,4} = 0,375\ m$$

---

5) أ- محصلة شدة المجال الكهربائي عند منتصف المسافة بينهما



عند منتصف المسافة $E_1 = E_2$

$$E_{net} = E_1 - E_2 = 0$$

اتجاه المجال نحو اليسار

ب-

$$E_1 = \frac{8\times10^{-6}}{0,2^2}\times9\times10^{9} = 1,8\times10^{6}\ N/C$$

نحو اليسار

$$E_2 = \frac{8\times10^{-6}}{0,6^2}\times9\times10^{9} = 2\times10^{5}\ N/C$$

نحو اليسار

$$E_{net} = E_1 + E_2 = 1,8\times10^{6} + 2\times10^{5} = 2\times10^{6}\ N/C$$

نحو اليسار

لينعدم المجال الكهربائي لشحنة متشابهة يكون له تأثير جهما على امتداد الخط الواصل بينهما مركزهما

6

$$E = \frac{F}{q} = \frac{1\times10^{-5}}{33\times10^{-9}} = 303{,}03\ N/C$$

T. Rwed Heila
أ. رويد الحيلة

7 أ- القوة الكهربائية

$$F = Eq = 4\times5\times10^{-9} = 20\times10^{-9}\ N$$

نحو الأعلى عكس اتجاه المجال

ب-

$$F = ma \rightarrow a = \frac{F}{m}$$

$$a = \frac{20\times10^{-9}}{2\times10^{-27}} = 1\times10^{19}\ N/m^2$$

لأعلى مع اتجاه القوة

8 1- القوة الموثرة في الجسم المقذوف

$$V^2 = V_1^2 + 2ay$$

$$(20)^2 = 0^2 + 2a\times10\times10^{-2} \rightarrow a = 2000\ m/s^2$$

$$F = ma = 2000\times0{,}1\times10^{-3} = 0{,}2\ N$$

2- شدة المجال الكهربائي المنتظم

$$E = \frac{F}{q} = \frac{0{,}2}{20\times10^{-6}} = 10\times10^{3}\ N/C$$

3- الشغل الذي بذله المجال على الجسم

$$w = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\times0{,}1\times10^{-3}\times20^2 = 0{,}02\ Jole$$

9

$$E\cdot A = \frac{\Sigma q}{\varepsilon_0} \qquad q = \lambda L$$

$$E = \frac{\lambda L}{\varepsilon_0 A} = \frac{\lambda L}{\varepsilon_0\times2\pi r L} = \frac{\lambda}{\varepsilon_0 2\pi r} = \frac{50\times10^{-6}}{2\pi\times5\times10^{-2}\times8{,}85\times10^{-12}}$$

$$E = 17{,}9\times10^{6}\ N/C$$

10

$$\Phi = E\cdot A = \frac{q}{\varepsilon_0} = \frac{15}{8{,}85\times10^{-12}} = 1{,}69\times10^{12}\ N\cdot m^2/C$$

T. Rweel Heila

أ. رويد الحيلة

45×10^5 = r_1 عند E ①

$$E = \frac{q}{r^2} k$$

$$45 \times 10^5 = \frac{q}{0,1^2} k \rightarrow q = \frac{45 \times 10^5 \times 0,1^2}{\times 9 \times 10^9} = 5 \times 10^{-6}$$

r_3 عند $E = \frac{5 \times 10^{-6}}{0,03^2} \times 9 \times 10^9 = 50 \times 10^6$ N/C

45×10^5 N/m ②

$$q = \frac{45 \times 10^5 \times 0,1^2}{9 \times 10^9} = 5 \times 10^{-6} \text{ C} \quad ③$$

$$\delta = \frac{q}{A} = \frac{q}{4\pi r^2} = \frac{5 \times 10^{-6}}{4\pi \times 0,1^2} = 4 \times 10^{-5} \text{ c/m}^2 \quad ④$$

T. Rwad Heila
أ. رواد الحيلة

الفصل الثالث / الجهد الكهربائي

السؤال الأول : اختر الإجابة الصحيحة

١. إذا كان الشغل المبذول لنقل شحنة مقدارها ١٠ μكولوم بين نقطتين في مجال كهربائي يساوي ٠,٠١ جول، فإن فرق الجهد بين النقطتين (بالفولت) يساوي:

أ) $١٠^{+٣}$ ب) $١٠^{-٣}$ ج) $١٠^{+٢}$ د) $١٠^{-٢}$

٢. فقاعة صابون نصف قطرها (نق) وتحمل شحنة كهربائية، إذا زيد نصف قطرها إلى (٢ نق) وبفرض ثبات كمية شحنتها فإن جهدها الكهربائي:

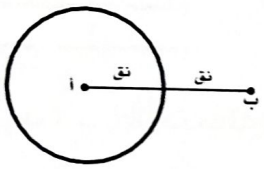
أ) يبقى ثابتاً. ب) يزداد إلى ثلاثة أمثال. ج) يزداد إلى المثلين. د) يقل إلى النصف

٣. جميع ما يلي من مميزات سطوح تساوي الجهد، ماعدا:

أ) متعامدة على المجال الكهربائي. ب) حقيقية أو خيالية

ج) لا تتقاطع د) جميع السطوح متساوية في الجهد

٤. في الشكل المجاور فرق الجهد بين النقطتين (أ ،ب) يساوي:



أ) الجهد المطلق للموصل. ب) صفر.

ج) مثلي الجهد المطلق للموصل. د) ½ الجهد المطلق للموصل.

٥. جميع الوحدات التالية هي وحدات قياس المجال الكهربائي ماعدا

أ. نيوتن/كولوم ب. م/فولت جـ. فولت/م د. جول/ م. كولوم

السؤال الثاني: ما المقصود بـ:

١. فرق الجهد بين نقطتين: الشغل المبذول لنقل وحدة الشحنات الموجبة بين النقطتين

٢. الفولت: فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين عندما يفقد الكولوم الواحد من الشحنة لطاقة قدرها ١ جول عند انتقالها بين هاتين النقطتين

٣. الجهد الكهربائي: حالة المحصل الكهربائي التي تحدد اتجاه انتقال الشحنات الكهربية منه أو إليه عند ملامسته لموصل آخر

٤. الجهد الكهربائي لنقطة: الشغل المبذول لنقل وحدة الشحنات الموجبة من اللانهاية إلى تلك النقطة دون احداث تغيير في طاقة الحركية

٥. فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين = ٥ فولت

٦. سطح تساوي الجهد

السؤال الثالث: ضع علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (×) أمام العبارة الخطأ.

١- (✗) فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين واقعتين على خط من خطوط المجال الكهربائي المنتظم يتناسب عكسيا مع البعد بينهما.

٢- (✗) كل من الجهد والمجال الكهربائي كمية متجهة.

٣- (✓) جهد نقطة داخل الموصل المشحون المعزول يساوي الجهد على سطحه.

٤- (✓) الجهود الكهربائية لجميع النقاط داخل موصل كروي مشحون متساوية .

٥- (✓) إذا قربنا موصلين معزولين ومشحونين بالكهرباء الموجبة إلى بعضهما البعض فإن الجهد الكلي لكل منهما يزداد.

٦- (✓) إذا قربنا موصلين معزولين ، أولهما يحمل شحنة موجبة وثانيهما يحمل شحنة سالبة ، إلى بعضهما البعض ، فإن الجهد الكلي لكل منهما يقل.

٧- (✓) إذا أدخلت كرة معدنية مشحونة ومعزولة في إناء معدني معزول ولامست سطحه الداخلي فإنها تفقد شحنتها كلها ولكن جهدها يساوي جهد الإناء.

T. Rwad Heila
أ. رود الحيلة

السؤال الرابع: علل ما يلي

١- الشغل المبذول لنقل شحنة بين أي نقطتين على سطح الموصل المشحون المعزول يساوي صفر.

٢- تكون كثافة الشحنة على الأجزاء المدببة أكبر منها على الأجزاء المستوية

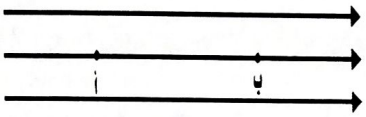
٣- سطوح تساوي الجهد لا تتقاطع

٤- تتعامد سطوح تساوي الجهد مع خطوط المجال الكهربائي.

٥- لا يمكن أن توجد نقطتين مختلفتين في الجهد الكهربائي على سطح موصل واحد.

٦- تكون كثافة الشحنة على الأجزاء المدببة أكبر منها على الأجزاء المستوية

السؤال الخامس: أسئلة حسابية



١- احسب فرق الجهد الكهربائي بين النقطتين أ،ب إذا كانت شدة المجال الكهربائي ٩×١٠^{٣} فولت/م، والمسافة بين بينهما ١٠سم

٢- احسب الجهد الكهربائي الناشئ عن شحنة مقدارها ٨×١٠^{-٩} كولوم عند نقطة (ب) تعبد مسافة ١ متر عنها.

٣- شحنتان نقطيتان (٢٠، ١٠) µكولوم على التوالي، وعلى بعد ٨ سم من بعضهما في الهواء ، احسب الشغل المبذول لجعل المسافة بينهما ١٠سم.

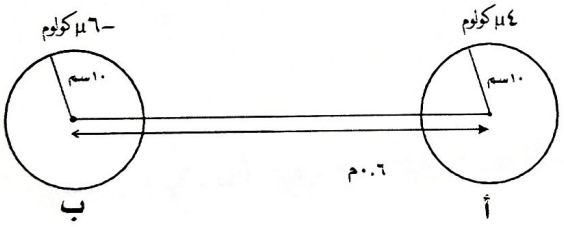
٤- هل يمكن لموصل أن يحمل شحنة موجبة ويكون جهده سالبا؟

٥- مربع أ ب جـ د طول ضلعه ٥ سم، وضعت الشحنتان (+٢٠،+٥٠ µكولوم)عند " أ " ، " ب " على الترتيب احسب الشحنة اللازم وضعها عند " جـ " ليكون الجهد الكهربائي عند " د " مساويا صفراً .

٦- بالاعتماد على البيانات الموضحة على الشكل المجاور، احسب كلاً مما يأتي:

أ- المجال الكهربائي مقداراً واتجاهاً عند منتصف المسافة بينهما.

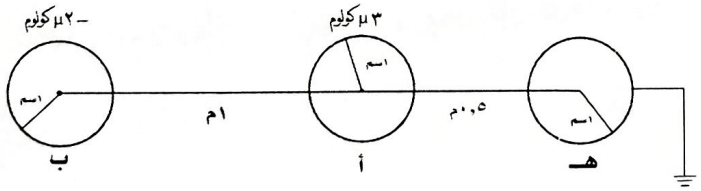
ب- الجهد الكهربائي للكرة أ .



٧- في الشكل المقابل احسب:

أ- شحنة الموصل الكروي (هـ)

ب- جهد الموصل الكروي (ب)



٨- قربت ساق مشحونة من كرتين متماثلتين صغيرتين فلزيتين متلامستين غير مشحونتين ـ فشحنتا بالحث ، ثم فصلت الكرتان بمسافة ١ متر ، فوجد إن الكرتين تتجاذبان بقوة مقدارها ٩×١٠^{-٥} نيوتن . احسب عدد الإلكترونات التي انتقلت من إحدى الكرتين إلى الأخرى أثناء عملية الشحن بالحث.

T. Rwed Heila
أ. رعيد الحيلة

السؤال الثاني : ما المقصود بكل من :-

1- فرق الجهد بين نقطتين : الشغل المبذول لنقل وحدة الشحنات الموجبة بين النقطتين

2- الفولت : فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين عندما يفقد الكولوم الواحد من الشحنة طاقة قدرها 1 جول عند انتقالها بين هاتين النقطتين

3- الجهد الكهربائي : حالة الموصل الكهربائي التي تحدد اتجاه انتقال الشحنات الكهربائية منه أو إليه عند ملامسته لموصل آخر

4- الجهد الكهربائي لنقطة : الشغل المبذول لنقل وحدة الشحنات الموجبة من اللانهاية إلى تلك النقطة دون إحداث تغيير في طاقتها الحركية

5- فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين = 5 فولت : التغير في طاقة الوضع الكهربائي لشحنة مقدارها كولوم عند نقلها بين نقطتين في مجال كهربائي = 5 جول

6- سطح تساوي الجهد : المجال الهندسي لجميع النقاط المتساوية في الجهد الكهربائي

السؤال الرابع : علل ما يأتي :

1- لأنه سطوح الجهد متعامدة على خطوط المجال فلا يوجد مجال للانتقال الشحنات

2- لأنه كثافة الشحنة تتناسب عكسيا مع طول نصف القطر

3- لأنه سطح تساوي الجهد جميع نقاطه متساوية الجهد

4- لأنها لو كانت تميل بزاوية على خطوط المجال فذلك يعني وجود مركبة موازية لسطح تساوي الجهد تعمل على تحريك الشحنات الموجبة في اتجاهها مما يدل على وجود فرق جهد بين هاتين النقطتين وهذا لا يتفق مع سطح الجهد

5- لأنه سطح الموصل يمثل سطح تساوي الجهد

6- كما في ج

السؤال الخامس : مسائل حسابية

1) $V = E d \cos\theta = 9\times10^3 \times 0.1 \cos 0 = 900$ Volt

3) $V = k \frac{q}{r} = 9\times10^9 \times \frac{8\times10^{-9}}{1} = 72$ Volt

[7]

[3] عند 8 $V = 9\times10^{9} \times \frac{20\times10^{-6}}{8\times10^{-2}} = 2,25\times10^{6}$ volt

عند 10 $V = 9\times10^{9} \times \frac{20\times10^{-6}}{10\times10^{-2}} = 1,8\times10^{6}$ volt

T. Rweed Heila

أ. روعيد الحيلة

$V_{8-10} = 2,25\times10^{6} - 1,8\times10^{6} = 4,5\times10^{5}$ volt

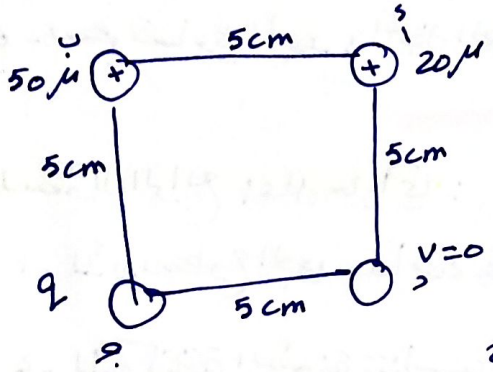
$W = q_2 \times V_{8-10} = 10\times10^{-6} \times 4,5\times10^{5} = 4,5$ Joule

---

[4] نعم اذا وضع الموصل المشحون بشحنة موجبة في موصل آخر يحمل شحنة سالبة بحيث يكون الجهد الحثي للشحنة السالبة عليه أكبر من جهده المطلق فيكون الجهد الكلي له سالب

---

[5]



قطر المربع = $\sqrt{0,05^2 + 0,05^2} = \frac{\sqrt{2}}{20}$

$0,07m =$

$V_ء = V_أ + V_ب + V_ء = 0$

$\frac{20\times10^{-6}}{0,05} + \frac{50\times10^{-6}}{0,07} + \frac{q}{0,05} =$

$1,11\times10^{-3} = -\frac{q}{0,05}$

$q = -5,5\times10^{-5}$ C سالبة

---

[6]

(أ-1) لأنهما في نفس الاتجاه $E_{net} = E_أ + E_ب$

$9\times10^{9} \times \left(\frac{4\times10^{-6}}{0,3^2} + \frac{6\times10^{-6}}{0,3^2}\right) = 1\times10^{6}$ N/C

مجال في ب

(ب) $V_أ = V_{أ,\text{المطلقة}} + V_{ب,\text{الحثي}} = 9\times10^{9} \times \left(\frac{4\times10^{-6}}{0,1} - \frac{6\times10^{-6}}{0,6}\right)$

$= 2,7\times10^{5}$ volt

الجهد الكلي أصغر من الجهد المطلق

T. Rwed Heila

ط. رويد الحيلة

7 أ- شحنة الموصل الكروي هـ

$V_{\text{الموصل هـ}} = V_{\text{المطلقة (هـ)}} + V_{\text{الحثي (أ)}} + V_{\text{الحثي (ب)}}$

$= \frac{k q_{\text{هـ}}}{r_{\text{هـ}}} + \frac{k q_{\text{أ}}}{r_{\text{أ}}} + \frac{k q_{\text{ب}}}{r_{\text{ب}}}$

$= 0 + 9\times10^{9}\left(\frac{3\times10^{-6}}{0,5} - \frac{2\times10^{-6}}{1}\right) = 36000 \text{ volt}$

$V = \frac{k q}{r}$

$36000 = \frac{9\times10^{9}}{0,01} q \rightarrow q = \frac{36000 \times 0,01}{9\times10^{9}} = 40\times10^{-9} \text{ c}$

ب- جهد الموصل الكروي ب

$V = V_{\text{المطلقة ب}} + V_{\text{الحثي أ}} + V_{\text{الحثي هـ}}$

$= 9\times10^{9} \times \left(\frac{-2\times10^{-6}}{0,01} + \frac{3\times10^{-6}}{1} + \frac{40\times10^{-9}}{1,5}\right)$

$= -1,7\times10^{6} \text{ volt}$

8

$F = \frac{k q_1 q_2}{r^2} = \frac{9\times10^{9} \times q^2}{1^2} = 9\times10^{-5}$

$q = \sqrt{\frac{9\times10^{-5}}{9\times10^{9}}} = 100\times10^{-9} \text{ c}$

$n = \frac{q}{e} = \frac{100\times10^{-9}}{1,6\times10^{-19}} = 6,25\times10^{11} e^{-}$

9 أ- سعة كل من الموصلين

سعة الموصل الكروي س = $4\pi\varepsilon_0 r_س$ = $4\pi\varepsilon_0 \times 0{,}02$

= $0{,}08\pi\varepsilon_0$ فاراد

شحنة الموصل س = CV

= $0{,}08\pi\varepsilon_0 \times 20$

= $20 \times 0{,}08 \times 3{,}14 \times 8{,}85 \times 10^{-12}$

= C = $4{,}44 \times 10^{-11}$ = $1{,}6\pi\varepsilon_0$

T. Rwad Heila
أ. رواد الحيلة

سعة الموصل الكروي ص = $4\pi\varepsilon_0 r_ص$ = $4\pi\varepsilon_0 \times 0{,}03$

= $0{,}12\pi\varepsilon_0$ فاراد

شحنة الموصل ص = CV

= $0{,}12\pi\varepsilon_0 \times 20$

C = $6{,}6 \times 10^{-11}$ = $2{,}4\pi\varepsilon_0$

ب الجهد الكلي لكل من الموصلين

الجهد الكلي للموصل س = V المطلقة + V الحثي (ص)

= $20 + \frac{2{,}4\pi\varepsilon_0}{0{,}2} \times \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$ = 23 فولت

الجهد الكلي للموصل ص = الجهد المطلق للموصل ص + الجهد الحثي للموصل س

= $20 + \frac{1{,}6\pi\varepsilon_0}{0{,}2} \times \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$ = 22 فولت

جـ - $V_س$ = $\frac{1{,}6\pi\varepsilon_0}{0{,}1} \times \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$ = 4 فولت

V = $\frac{2{,}4\pi\varepsilon_0}{0{,}1} \times \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$ = 6 فولت

الجهد عند منتصف المسافة = 4 + 6 = 10 فولت

٩- موصل كروي **س** معزول وقطره (٤ سم) وجهده المطلق ٢٠ فولت ، **ص** موصل كروي آخر معزول وقطره (٦ سم) وجهده المطلق ٢٠ فولت ، فإذا وضع هذا الموصلان في الهواء بحيث كان البعد بين مركزيهما ٢٠ سم ، احسب ما يلي:

أ- شحنة كل من الموصلين.

ب- الجهد الكلي لكل من الموصلين.

ت- الجهد الكهربائي عند نقطة واقعة في منتصف البعد بين مركزي الموصلين.

١٠- موصلان معزولان عن الأرض وجهد أحدهما (+ ٥٠) فولت وجهد الآخر (- ٢٠) فولت . ما مقدار الشغل اللازم لنقل شحنة مقدارها ٥×١٠^{-٦} كولوم من أحد الموصلين إلى الموصل الآخر؟

١١- وضح كيف يمكن أن يكون لموصل غير مشحون جهدًا كهربائياً لا يساوي الصفر علما بأنه لا يقع في مجال كهربائي.

١٢- ما هي العوامل التي يتوقف عليها الجهد المطلق؟ اكتب العلاقة الرياضية التي تربط هذه العوامل

١٣- أعط مثالاً على سطح تساوي الجهد.

١٤- ارسم خطوط المجال الكهربائي وسطوح تساوي الجهد لموصل كروي معزول ومشحون بشحنة سالبة

١٥- استنبط العلاقة بين كلاً من كثافة الشحنة السطحية ونصف قطر الموصل الكروي

١٦- وضح كيف يمكن الاستفادة من خاصية تجمع الشحنات على الرؤوس المدببة

T.Ruwad Heila

T.Rwaa Heila
أ.روى الحيلة

$V_{net} = 50 - 20 = 30 \text{ volt}$

$W = q\,(V_{net})$

$= 5\times10^{-6} \times 30 = 1.5\times10^{-4} \text{ Jole}$

11 يجعل الموصل بالاحساس من الداخل إناء معدني أجوف مشحون ومعزول

12 الطاقة : سماحية الوسط (تناسب عكسي) شحنة الموصل (تناسب طردي)

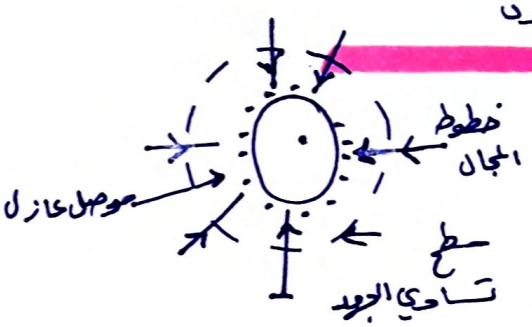
نصف قطر الموصل (تناسب عكسي)

$V_{\text{المطلقة}} \propto \frac{q}{r} = \frac{q}{r} k$: الطاقة

$K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \rightarrow V_{\text{المطلقة}} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}$

13 سطح أي موصل كروي مشحون

14



15 موصلان طول نصف قطر كل منهما r_1، r_2 وحملاه q_1، q_2 عند اتصال الموصلان تنتقل الشحنات من الموصل ذي الجهد العالي إلى الجهد المنخفض حتى يتساوى الجهدين لهما

$V_1 = V_2$

$\frac{q_1}{r_1} = \frac{q_2}{r_2}$

الشحنة q = كثافة الشحنة السطحية $\times$ مساحة سطح الموصل

$4\pi r^2 \times \delta$

$\frac{4\pi r_1^2 \delta_1}{r_1} = \frac{4\pi r_2^2}{r_2} \rightarrow r_1\delta_1 = r_2\delta_2$

التناسب عكسي بين كثافة الشحنة السطحية ونصف القطر.

16 الرؤوس المدببة تعمل على تفريغ الشحنات مثل أجهزة التوليد العالي وصاعقة الصواعق

T. Rwaa Hela
أ. روعة الحيلة

الفصل الرابع : السعة الكهربائية والمواسعات

T.Rwad Heila
أ. رواد الحيلة

السؤال الأول: أكمل الفراغ

١- الغرض من المواسع الكهربائي هو تخزين الشحنات الكهربائية وتفريغها عند الحاجة إليها.

٢- عند انقاص المسافة بين لوحي مواسع فإن سعته تزداد.....

٣- إذا زاد البعد بين لوحي مواسع مشحون ومعزول ، فإن الطاقة الكهربائية المختزنة فيه تقل.....

٤- مواسعان سعة كل منهما (٣ ، ٤ μفاراد) وصلا على التوازي مع بطارية ، فإذا كانت شحنة الأول ٣٠ μ كولوم فإن شحنة الثاني .....٤٥μ.....كولوم وفرق الجهد بين قطبي البطارية .....١٥..... فولت

السؤال الثاني: ضع علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (×) أمام العبارة الخطأ.

١- (✓) سعة الموصل الكروي تتناسب طردياً مع نصف قطره

٢- (✗) مواسعان أ ، ب متماثلان متصلان على التوالي مع بطارية ، فإذا أدخلت مادة عازلة بين لوحي أحدهما فإن فرق الجهد بين لوحيه يظل ثابتاً

٣- (✓) عند توصيل ثلاثة مواسعات مختلفة السعة على التوازي مع بطارية كهربائية فإن الشحنات الكهربائية التي تكتسبها المواسعات تتناسب طردياً مع سعاتها.

السؤال الثالث: اختر الإجابة الصحيحة:

١- الكمية الفيزيائية التي تكون قيمتها موجبة دائما هي:

أ) طاقة الوضع الكهربائية ب) المواسعة الكهربائية ج) الشحنة الكهربائية د) الجهد الكهربائي

٢- وصل فني إلكترونيات ثلاثة مواسعات كهربائية سعاتها ($\frac{١}{٢}$ ، $\frac{١}{٤}$ ، $\frac{١}{٦}$) μ فاراد على التوالي فإن السعة المكافئة بوحدة μ فاراد

أ) ١٢ ب) $\frac{١}{١٢}$ ج) $\frac{١١}{١٢}$ د) ١

٣- إذا اتصلت (٦ مواسعات) متساوية السعة على التوازي كانت مواسعتها المكافئة(٩ μ فاراد) فإذا أعيد توصيلها على التوالي فإن مواسعتها المكافئة تساوي:

أ) ٠,٢٥μ فاراد ب) $\frac{٢}{٣}$μفاراد ج) ١,٥μ فاراد د) ٩μ فاراد

٤- عند زيادة المسافة بين لوحي مواسع مشحون غير متصل بمصدر جهد كهربائي ، فإن الكمية التي تبقى ثابتة للمواسع هي:

أ) الجهد الكهربائي ب) المواسعة ج) الشحنة. د) الطاقة المختزنة فيه.

٥- مواسع مشحون وجهده ١٠٠ فولت، إذا ثبتنا شحنته وزدنا المسافة بين لوحيه إلى المثلين فإن جهده :

أ) يقل ويصبح ٥٠ فولت ب) يقل ويصبح ٢٥ فولت

ج) يبقى ١٠٠ فولت د) يزداد ويصبح ٢٠٠ فولت

٦- تكون مواسعة موصل كروي غير مشحون ومعزول:

أ) ما لا نهاية ب) متغيرة ج) ثابتة د) صفرا

T. Rwad Heila
أ. رواد الحيلة

السؤال الرابع: ما المقصود بـ :

١. قولنا إن مواسعة موصل = ٢٠٠ μ فاراد

٢. الفاراد

٣. السعة الكهربائية

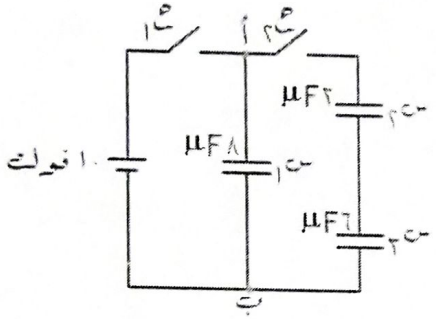
السؤال الخامس: أسئلة حسابية

١- مواسع كهربائي ذو لوحين متوازيين يفصل بينهما الفراغ، والبعد بينهما ٩ × ١٠$^{-٤}$ م، ومساحة كل من لوحيه ٨ × ١٠$^{-٤}$ م^{٢}. شُحن المواسع حتى أصبح فرق الجهد بين لوحيه (٥٠) فولت. احسب:

١. المواسعة الكهربائية للمواسع. ٢. الطاقة الكهربائية المختزنة فيه .

٢- اشرح آلية شحن المواسع .

٣- في الشكل المبين ثلاثة مواسعات س١ ، **س٢ ، س٣** غير مشحونة، بالاعتماد على البيانات الموضحة على الشكل أجب عما يأتي:



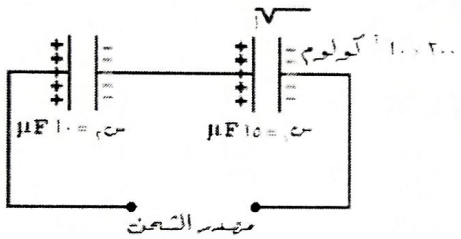
أولاً : عند غلق المفتاح (ح١) وبقاء (ح٢) مفتوحاً احسب شحنة المواسع (س١).

ثانياً : عند فتح (ح١) وغلق (ح٢) فاحسب :

١) المواسعة المكافئة للمجموعة

٢) جـ (أ ب) .

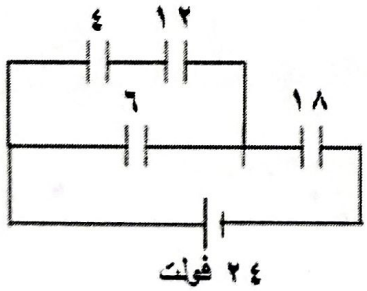
٣) الطاقة الكهربائية المختزنة في المواسع (س٢).



٤- اعتماداً على البيانات المثبتة على الشكل المجاور احسب فرق الجهد الكهربائي لمصدر الشحن.

٥- مواسع كهربائي مواسعته ٢ μفاراد وشحنته ٨٠٠ μكولوم ، احسب مقدار الطاقة التي يختزنها ، وإذا وصّل هذا المواسع على التوازي مع مواسع آخر غير مشحون ومواسعته ٦ μفاراد ، احسب جهد وشحنة كل من المواسعين عندئذٍ ، ما مقدار النقص في الطاقة المختزنة ؟

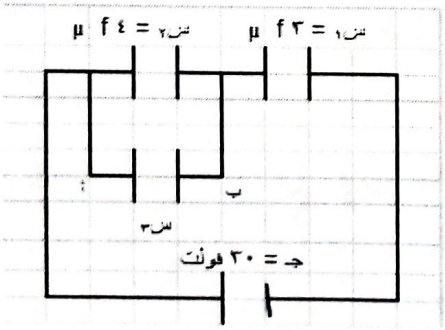
٦- احسب الشحنة والجهد والطاقة المختزنة في كل مواسع (علما بأن السعة بوحدة μفاراد)



٧- في الشكل المجاور : إذا علمت أن جـ(أب) = ١٠ فولت احسب

١. سعة المواسع (س٣)

ب-الطاقة المختزنة في (س١)



T. Rwad Heila
أ. رعد الحيلة

السؤال الرابع : ما المقصود بـ :-

1- لكي نرفع جهد الموسع بمقدار فولت واحد فإنه يلزم شحنة كهربائية مقدارها 200 ميكرو كولوم

2- المواسعة الكهربائية لموصل يتغير جهده بمقدار واحد فولت عندما تتغير شحنته بمقدار كولوم

3- النسبة بين مقدار الشحنة الكهربائية على مقدار الجهد

السؤال الخامس : أسئلة متنوعة (حسابية)

1) 1- المواسعة الكهربائية للموسع

$$C = \frac{A\varepsilon_0}{d} = \frac{8,85\times10^{-12}\times8\times10^{-4}}{9\times10^{-4}}$$

$$= 7,86\times10^{-12}\ F$$

2- الطاقة الكهربائية المختزنة فيه

$$= \frac{1}{2}CV^2$$

$$= \frac{1}{2}\times7,86\times10^{-12}\times50^2 = 9,8\times10^{-9}\ Joule$$

---

2) عند لمس مقبض الباب في الدارة يبدأ التيار الكهربائي بالسريان حيث تنتقل الإلكترونات من الصفيحة المتصلة بالقطب الموجب عبر البطارية إلى الصفيحة المتصلة بالقطب السالب فتصبح الأولى موجبة والثانية سالبة وتستمر عملية الشحن حتى يتولد فرق جهد على الموسع يساوي ويعاكس فرق الجهد على البطارية عندها يتوقف تدفق الإلكترونات وتقول الموسع قد شحن

---

3) أولاً $q_1 = CV = 8\times10^{-6} = 10\times8\times10^{-6}$ كولوم

ثانياً (1) C_2 ، C_3 على التوالي

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} \Rightarrow C = \frac{(3\times6)}{3+6} = 2\mu F$$

C و C_1 على التوازي

$$C_{net} = C_1 + C = 2 + 8 = 10\mu F$$

T. Rwed Heila
أ. روید الحیلة

② $\Sigma q_{\text{قبل الاخلاء}} = \Sigma q_{\text{بعد الاخلاء}}$

$C_1V_1 = C_1V + CV$

$8\times10^{-6}\times10 = 8\times10^{-6}\times V_{\text{أ ب}} + 2\times10^{-6}\times V_{\text{أ ب}}$

$V_{\text{أ ب}} = \dfrac{8\times10^{-5}}{10\times10^{-6}} = 8 \text{ volt}$

③ $q = CV = 2\times10^{-6}\times8 = 1,6\times10^{-5}$ كولوم

$E = \frac{1}{2}\times\dfrac{(q_2)^2}{C_2} = \frac{1}{2}\times\dfrac{(1,6\times10^{-5})^2}{3\times10^{-6}}$

$= 42,6\times10^{-6}$ Joule

---

④ $q_1 = q_2 = q_{\text{rel}} = 300\times10^{-6}$ كولوم

$V_1 = \dfrac{q_1}{C_1} = \dfrac{300\times10^{-6}}{15\times10^{-6}} = 20 \text{ volt}$

$V_2 = \dfrac{q_2}{C_2} = \dfrac{300\times10^{-6}}{10\times10^{-6}} = 30 \text{ volt}$

$V = V_1 + V_2 = 30 + 20 = 50 \text{ volt}$

---

⑤ الطاقة المختزنة $= \frac{1}{2}\times\dfrac{q_1^2}{C}$

$= \dfrac{(6\times10^{-6})^2}{2\times10^{-6}}\times\frac{1}{2} = 0,16$ Joule

$(q_2 + q_1)$ بعد الغلق $= \Sigma q_{\text{بعد الغلق}} = \Sigma q_{\text{قبل الغلق}}$

$6\times10^{-6}V + 2\times10^{-6}V = 800\times10^{-6}$

$V = \dfrac{800\times10^{-6}}{8\times10^{-6}} = 100$ volt

$q_1 = C_1V = 2\times10^{-6}\times100 = 200\,\mu C$

$q_2 = C_2V = 6\times10^{-6}\times100 = 600\,\mu C$

T. Rwed Heila
أ. روعد الحيلة

[5] الطاقة المختزنة بعد الغلق $E_2 + E_1$

$$E_{net} = \frac{1}{2} \times \frac{(200\times10^{-6})^2}{2\times10^{-6}} + \frac{1}{2} \times \frac{(600\times10^{-6})^2}{2\times10^{-6}}$$

$$E = \frac{1}{2} \times \frac{(200\times10^{-6})^2 + (600\times10^{-6})^2}{2\times10^{-6}} = 0,1 \text{ Jole}$$

مقدار النقص = $0,1 - 0,16 = 0,06$ Jole

---

[6] المواسعان (12، 4) على التوالي

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{12} + \frac{1}{4} = \frac{4+12}{4\times12}$$

$$C = \frac{4\times12}{4+12} = 3\,\mu F$$

المواسعان (6، C) على التوازي

$$C' = 3+6 = 9\,\mu F$$

المواسعان (18، C') على التوالي

$$\frac{1}{C''} = \frac{1}{C'} + \frac{1}{18} = \frac{1}{18} + \frac{1}{9}$$

$$C'' = \frac{9\times18}{9+18} = 6\,\mu F$$

$$q = C'' \times V = 6\times24 = 144\,\mu C$$

في المواسع $18\mu F$

$$q = q_{net} = 144\,\mu C$$

$$V = \frac{q}{C} = \frac{144\times10^{-6}}{18\times10^{-6}} = 8 \text{ volt}$$

الطاقة المختزنة $= \frac{1}{2} q V = \frac{1}{2} \times 10^{-6} \times 144 \times 8$

$= 5,76\times10^{-4}$ Jole

خرج من مجموعة المواسعات التي تكافئ C'

$24 - 8 = 16$ volt

في المواسع $6\mu F$

$$q = CV = 6\times10^{-6} \times 16 = 96\,\mu C$$

$$E = \frac{1}{2} q V = \frac{1}{2} \times 96\times10^{-6} \times 16 = 768\times10^{-6} \text{ Jole}$$

في المواسع $12\mu F$

$$V = \frac{q}{C} = \frac{48\times10^{-6}}{12\times10^{-6}} = 4 \text{ volt}$$

$$E = \frac{1}{2} \times 48\times10^{-6} \times 4 = 96\times10^{-6} \text{ Jole}$$

في الحواضع 4MF

$$V = \frac{q}{C} = \frac{48\times10^{-6}}{4\times10^{-6}} = 12 \text{ volt}$$

T. Rwed Hela
أ. رويد الحيلة

$$E = \frac{1}{2} q V = \frac{1}{2} \times 48\times10^{-6} \times 12$$

$$= 288\times10^{-6} \text{ Joule}$$

---

7 (أ) C_2 ، C_3 توازي

$$V_2 = V_3 = V_{\text{أ ب}} = 10 \text{ volt}$$

$$V_1 = V - V_{\text{أ ب}} = 30 - 10 = 20 \text{ volt}$$

C_1 على التوالي مع C'

$$q_{net} = q_1 = q_{\text{أ ب}} =$$

$$q_1 = V_{\text{أ ب}} \times C_1 = 20\times3\times10^{-6} = 6\times10^{-5} \text{ coloum}$$

$$C_{\text{أ ب}} = \frac{q_{\text{أ ب}}}{V_{\text{أ ب}}} = \frac{6\times10^{-5}}{10} = 6\times10^{-6} \text{ F}$$

$$C_{\text{أ ب}} = C_2 + C_3 \quad , \quad C_3 = 6\times10^{-6} - 4\times10^{-6} = 2\mu F$$

(ب) $$E = \frac{1}{2} q_1 V_1 = \frac{1}{2} \times 6\times10^{-5} \times 20 = 6\times10^{-4} \text{ Joule}$$

---

8 $$q = V \times C = 3\times10^{-6} \times 4 = 12\times10^{-6}$$ كولوم

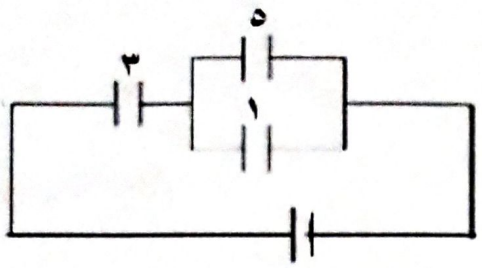
الحواسعة (1، 5) توازي

$$C' = 1 + 5 = 6 \mu F$$

$$q_{net} = q_3 \mp q' = 12\times10^{-6} \text{ كولوم}$$

$$V = \frac{q}{C} = \frac{12\times10^{-6}}{6\times10^{-6}} = 2 \text{ volt}$$

$$V_{\text{البطارية}} = 2 + 4 = 5 \text{ volt}$$



٨- في الشكل المقابل إذا كان جهد المواسع ذو السعة ٣ ميكرو كولوم = ٤ فولت . احسب جهد البطارية ؟

السؤال الخامس: أسئلة منوعة

١- استنتج العلاقة التي تعطي طاقة المواسع ذي اللوحين المتوازيين.

٢- استنتج علاقة لحساب المواسعة المكافئة لمجموعة من المواسعات المتماثلة والموصولة على التوازي.

٣- ما هي مميزات توصيل المواسعات على التوازي.

٤- قارن بين كلاً من: توصيل المواسعات على التوالي وتوصيلها على التوازي من حيث مقدار السعة المكافئة والغرض من التوصيل والصيغة الرياضية.

٥- اثبت أن السعة المكافئة لمجموعة مواسعات متصلة على التوالي أقل من سعة أصغر المواسعات سعة استنتج علاقة لحساب المواسعة المكافئة لمجموعة من المواسعات المتماثلة والموصولة على التوالي؟

٦- احسب السعة الكهربائية لموصل كروي نصف قطره(نق) ومشحون بشحنة مقدارها(ش) وجهده يساوي(جـ)

٧- ما هي العوامل التي تتوقف عليها سعة المواسع؟ اكتب العلاقة الرياضية التي تربط هذه العوامل معاً؟

٨- عدد خصائص السعة الكهربائية.

T. Rwed Heila
أ. رويد الحيلة

السؤال الخامس: أسئلة متنوعة

T. Rwaa Heila
أ. رويد الحيلة

[1] $E = \frac{q}{\varepsilon . A}$ ، $V = Ed$

$$V = \frac{q\, d}{\varepsilon . A}$$

$$C = \frac{q}{V} = \frac{q}{\frac{q\, d}{\varepsilon . A}} = \frac{\varepsilon . A}{d}$$

---

[2] على التوازي

$$q = q_1 + q_2 + q_3$$

$$CV = C_1 V_1 + C_2 V_2 + C_3 V_3$$

$$V = V_1 = V_2 = V_3$$

$$C = C_1 + C_2 + C_3$$

---

[3] ① اختلاف الشحنة من مواسع لآخر

② تساوي الجهد على جميع المواسعات وتساوي فرق جهد البطارية

③ الحصول على مواسعة مكافئة كبيرة (أكبر من مواسعة أكبر مواسع)

---

[4]

وجه المقارنة	المواسعات على التوالي	المواسعات على التوازي
مقدار السعة المكافئة	أصغر من مواسعة أصغر مواسع	أكبر من مواسعة أكبر مواسع
الغرض من التوصيل	تقل المواسعة وتزداد فرق الجهد	تزداد السعة وتزداد مقدار الشحنة المخزونة
الصيغة الرياضية	$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$	$C = C_1 + C_2 + C_3$

---

[5] $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$ ∴ $\frac{1}{C_1} < \frac{1}{C}$ ∴ $C_1 > C$

$\frac{1}{C} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C} = \frac{2}{C}$ ∴ $C' = \frac{C}{2}$ ∴ $C = \frac{\text{قيمة}}{\text{عدد}}$

T. Rweed Heila
أ. رويد الحيلة

6

$$C = \frac{q}{V}$$

$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \times \frac{q}{r} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}$$

$$C = \frac{q}{\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}} = 4\pi\varepsilon_0 r$$

7

العوامل: ① مساحة الصفيحة الواحدة ② ثابت نفاذية الوسط في حالة الفراغ

③ البعد بين الصفيحتين

$$C = \frac{A\varepsilon_0}{d}$$

---

8 ① أن الفراغ ثمة موجبة ② ثابتة المقدار للجسم الواحد

③ تعتمد على الأبعاد الهندسية للجسم والوسط الموجود فيه